

| | | | |
|----------------|--|------|-------|
| グループ名 ・代表者名 | 乳歯保存ネットワーク (PDTN) 松井 英介 | 助成金額 | 80 万円 |
| 連絡先など | pdmn311@gmail.com | | |
| 助成のテーマ | 個人の被曝量を特定できるストロンチウム 90 の測定法の確立および乳歯保存・測定のためのラボ建設 | | |

【調査研究の概要】

- ・2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故は、莫大な量の核分裂生成物を環境中に放出した。ストロンチウム 90 (Sr-90) もその一つであり、カルシウムと挙動をともにして骨組織に入り、長期間定着して骨腫瘍や白血病等の発症のリスクを高めるおそれがある。
- ・Sr-90 は、1950 年代から原爆実験や発電所事故の際には国内でも観測体制がとられている。しかし、残念なことに日本政府や福島県「県民健康調査」検討委員会では、今回の事故が国内の至近で発生した重大な事故にもかかわらず系統的なモニタリングは一切行っていない。
- ・このような現状のもと、私たちは比較的容易に手に入る乳歯に着目して Sr-90 の測定を「当面」の目標に活動を計画してきた。この目標を遂行するため、① 福島県はじめ全国各地に乳歯収集のネットワークを確立し、われわれの要請に答えて、これまで外国からを含め 269 名の呼びかけ人が名を連ねてくれている。② スイスで行われている比較的安全なシュウ酸塩法を使う Sr-90 測定法に改良を加え、個人の被曝量の特定ができる程度まで高度な測定法を確立する。③ その上で測定所を開設する。

【調査研究の経過】

- ・Sr-90 測定の基本となるシュウ酸塩法により、一定の収率が得られるよう、トレーニングを開始した。
- ・Sr-90 を測定するための前処理と β 線測定を行うための測定所を建設・運営するために、PDTN のもとに活動する非営利未来型株式会社「はは」を設立し、測定所の建設資金の調達を開始した。
- ・「はは」の測定所を岐阜市茜部本郷に開設した。
- ・必要な β 線測定器を購入できる程度の資金が集まったので、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ社の低バックグラウンド β 線測定器 LB4200 型を購入契約し、2018 年 2 月に測定所に設置された。特性試験を実施している。
- ・「はは」測定所の化学処理設備の検討を行い、湿式スクラバ付きドラフトチェンバー・アフターバーナー付き電気炉など、Sr-90 測定の前処理がすべて可能な設備が近日完成する。
- ・シュウ酸塩法の改良として、最終沈殿（シュウ酸イットリウム）の作成を複数回繰り返すことで、収率の低下を最小限にして不純物を最大限除去する方法の検討を開始した。

【今後の展望など】

- ・微量の Sr-90 を測定するためには最終沈殿となるシュウ酸イットリウムの収率をできるだけ高くする必要があるが、シュウ酸塩法が本研究の目的に適していることを確認できた。
- ・さらにバックグラウンドを減少させるため、シュウ酸塩法を基本として、①最終沈殿の作成を繰り返す方法、②イオン交換法、③溶媒抽出法の 3 種類の方法を併用する。①に着手しているが、今後②、③の方法についても効果を確認し、乳歯保存ネットワークとしての手法を確立する。
- ・乳歯収集については、この間、中日新聞、東京新聞の 1 面はじめ多くの新聞に記事が掲載され、多くの人から問い合わせがあった。また、保育関係団体、医師・歯科医師団体、福島からの避難者のグループ、福島・東北・その他被曝の可能性のあるすべての地域グループなどを通じて乳歯収集を呼びかける。

| 会計報告書の概要 (金額単位: 千円) | | | 充当した資金の内訳 | | |
|---------------------|--|-------|-----------------|---------------|------|
| 支出費目 | 内 訳 | 支出金額 | 高木基金の 助成金を充当 | 他の助成金 等を充当 | 自己資金 |
| 旅費・滞在費 | 備品機器下見 | 9 | 0 | 0 | 9 |
| 機材・備品費 | 電気炉、アフターバーナー、電子天秤、分析天秤 | 1,119 | 800 | 0 | 319 |
| | データ用 PC、インクジェット複合機、USB、実験用ろ紙 | 235 | 0 | 0 | 235 |
| 印刷費 | インクカートリッジ、コピー代、リーフレット・記録カード増刷代、用紙代 | 114 | 0 | 0 | 114 |
| 運営経費 | ホームページ管理料、郵送料、振込手数料、乳歯保存用チャック袋、宛名シール、封筒代 | 115 | 0 | 0 | 115 |
| 合 計 | | 1,593 | 800 | 0 | 793 |

参考文献 (ウェブサイトや書籍、成果物など)

- ・乳歯保存ネットワーク <http://hahainc.jp>



個人被曝線量を特定できる
ストロンチウム90測定法の確立
および乳歯保存・測定のための
ラボ建設計画・調査

乳歯保存ネットワーク

松井 英介

(発表) 市原 千博

福島事故により放出した核種 (経産省)

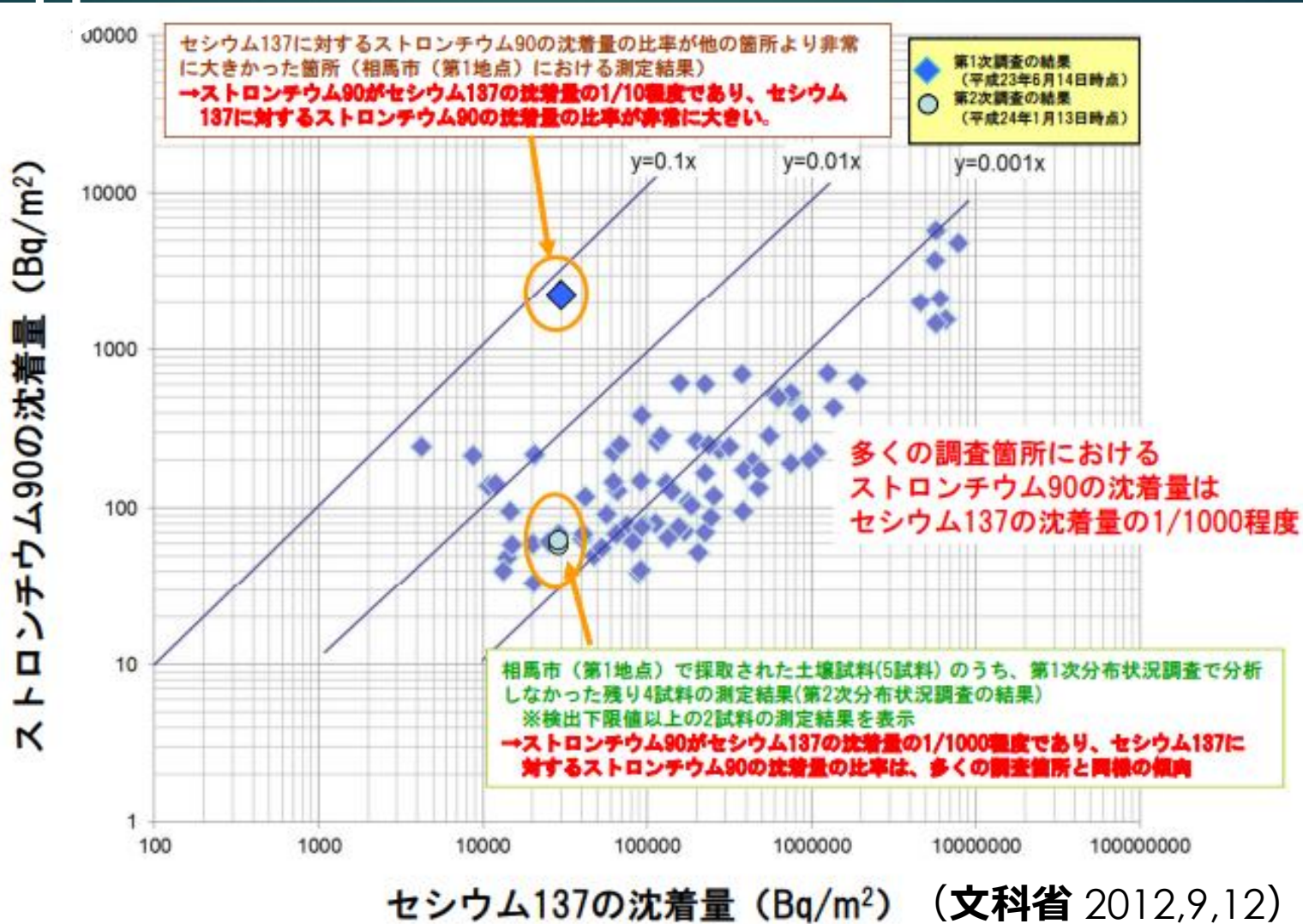
| 核種 | 放出量 (Bq) | 放射線 | 物理学的 半減期 | 実効 半減期 | 蓄積する 臓器 |
|-------------------|-------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| ^{131}I | 160,000 T | $\beta \cdot \gamma$ | 8日 | 8日 | 甲状腺 |
| ^{134}Cs | 18,000 T | $\beta \cdot \gamma$ | 2.1年 | 64日 | 全身* |
| ^{137}Cs | 15,000 T | $\beta \cdot \gamma$ | 30年 | 70日 | 全身* |
| ^{90}Sr | 140 T | β | 29年 | 18年 | 骨・歯** |

東京電力株式会社福島第一原子力発電所及び広島に投下された原子爆弾から放出された放射性物質に関する試算値について (2011年8月26日、経済産業省)

* 心筋・骨格筋に沈着。非水溶性の場合心筋に沈着し生物学的半減期が数年になる

** ^{90}Y が膵臓に影響を与える(Ernest J. Sternglass)

^{137}Cs — ^{90}Sr 沈着量の



クロダイからストロンチウム



| セシウム 134 | セシウム 137 | セシウム 合計 | ストロンチウム90 (1回目) (2回目) | |
|-------------|-------------|------------|--------------------------|----|
| 7.2 | 43 | 50.2 | 27 | 30 |

「魚介類の核種分析結果<福島第一原子力発電所20km圏内海域>
2016年度 第4四半期採取分」 (東電 2017/7/13)

内部被曝の危険性 . . .

^{90}Sr

▶ ^{90}Sr : Caと同族

物理的半減期 29年
生物学的半減期 50年

▶ 骨・歯に長期沈着（実効半減期18年）

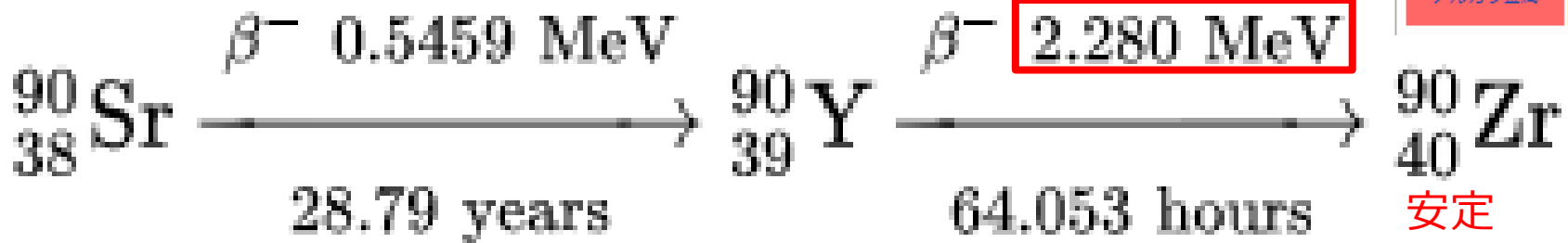
▶ 骨腫瘍 白血病 . . .

乳歯に着目

乳歯は . . .

- ▶ 骨と組成が近い
- ▶ 比較的容易に入手できる
- ▶ 子どもを被曝から守る

^{90}Sr は骨に沈着



表・話・編・歴

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | | | |
| 1 | H | | | | |
| 2 | Li | Be | | | |
| 3 | Na | Mg | | | |
| 4 | K | Ca | | | |
| 5 | Rb | Sr | | | |
| 6 | Cs | Ba | La | Ce | Pr |
| 7 | Fr | Ra | Ac | Th | Pa |

アルカリ金属 アルカリ土類金属

- 内部被曝が問題
- 1cmの水も透過→細胞にダメージ
- ガンマ線を伴わない
- ^{90}Sr 測定の定量が困難

実現までの道のり

- ① 乳歯の収集・保存
- ② 高感度の測定法確立 ～個人被曝量を特定
- ③ 低バックグラウンドベータ線測定器入手
- ④ 化学処理のできる測定所の開設

1. 乳歯保存ネットワークの 発足

Preserving Deciduous Teeth Network

- ▶ 2015年7月から
- ▶ Dr.藤野、Dr.松井らが先行測定(Basel)
- ▶ 物理学者・化学者・歯科医師
医師・保養活動家などが参加してネット
ワークが発足
- ▶ 国内外275名の呼びかけ人を結集
- ▶ 関東ネットワーク
- ▶ 国・自治体に実施を迫る目的

非営利未来型 株式会社 はは 設立

- ▶ 2017年2月2日
- ▶ 開設資金・運営資金調達
- ▶ 初年度 5,000万円、以後毎年2,500万円
- ▶ 1000人の株主による一大世論の構築

2. 測定法の確立

バーゼル研究所との協働

- ▶ 一部（200人分余り）の先行測定
- ▶ 2016年9月 3名の化学・物理の専門家を派遣・研修
- ▶ 大学などで、測定技術の改良に着手
- ▶ 内部被曝を、個人レベルで正確に把握できる方法を確立

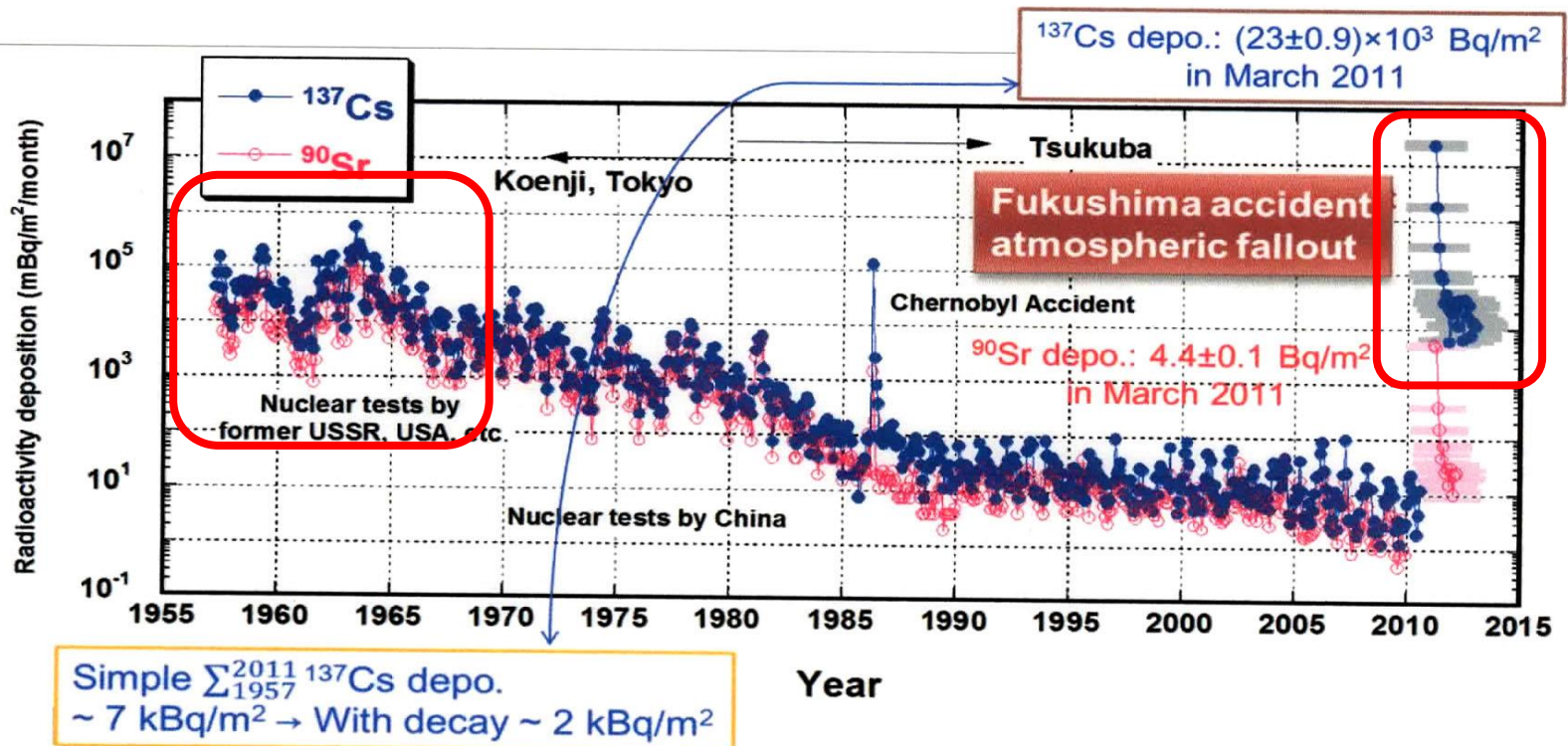


Fig. 1 Temporal trends in ^{90}Sr and ^{137}Cs monthly deposition observed at the Meteorological Research Institute since 1957 to 2012 (The measurement error is shown only for data obtained after the Fukushima accident. The same shall apply hereafter.)

^{90}Sr & ^{137}Cs の蓄積 1957~2012年大気降下物 気象研究所

^{90}Sr

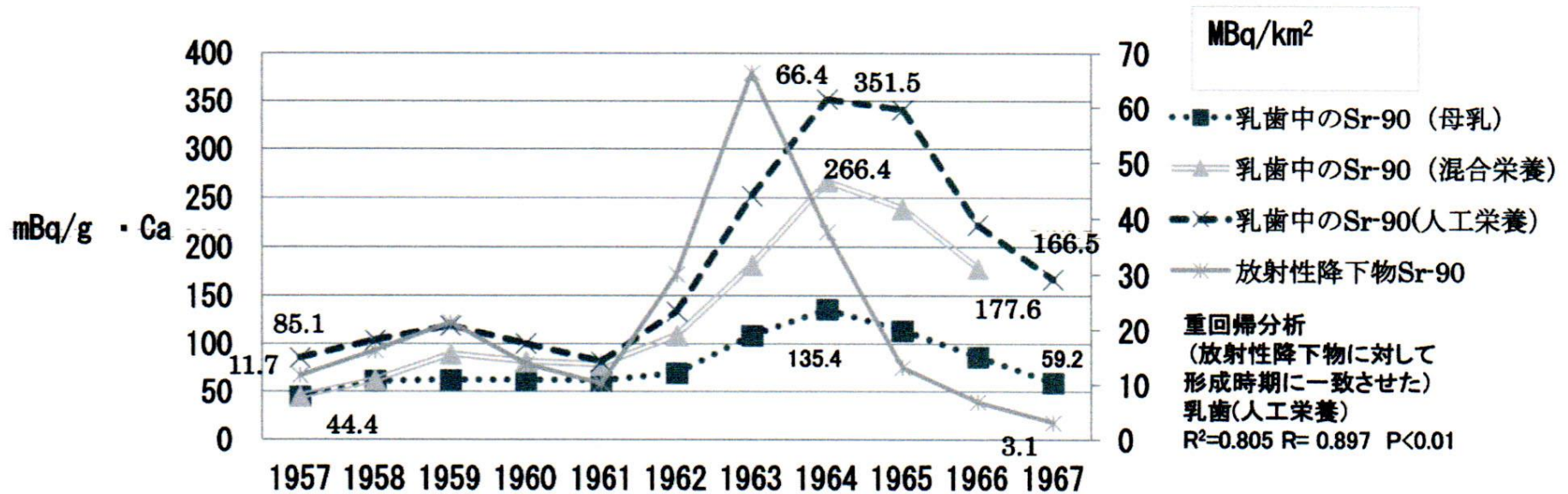


図4 日本における放射性降下物 ^{90}Sr 量と日本人乳歯の ^{90}Sr 量 (1957-1967年)

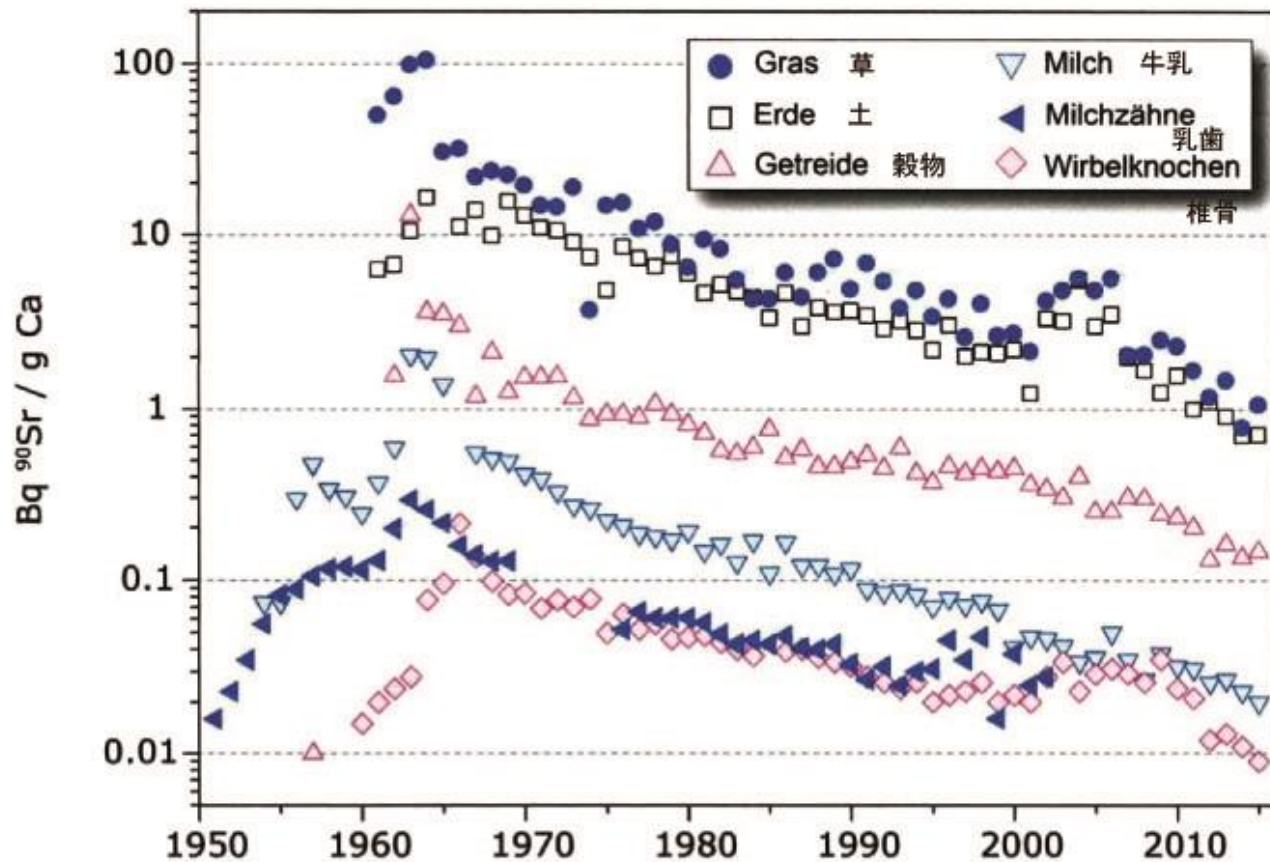
西暦 放射性降下物 (降下年: 月別平均) 乳歯: 生年

第19回放射能調査研究抄録集 (文部科学省)¹⁰⁾ 環境放射能データベース²⁵⁾ から改編

人工栄養の子どもの乳歯に高密度

先行研究

スイス・バーゼル州立研究所
1950年～乳歯測定を継続



Figur 5:

^{90}Sr in verschiedenen, zwischen 1950 und 2015 entnommenen Proben (logarithmische Skala).

先行研究

「福島原発事故により放出された放射性核種 (^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$) のヒト乳歯への蓄積の推移に関する研究」 (2013)

鶴見大・国立保健医療科学院 & 日本歯科大

子どもたち一人ひとりの蓄積量の測定を目指すものではなく、全体の蓄積動向を探る

かつての測定：

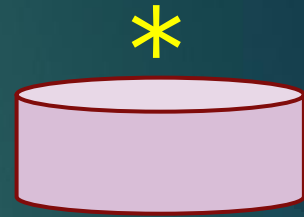
地方・生年で整理

複数人・多量の検体

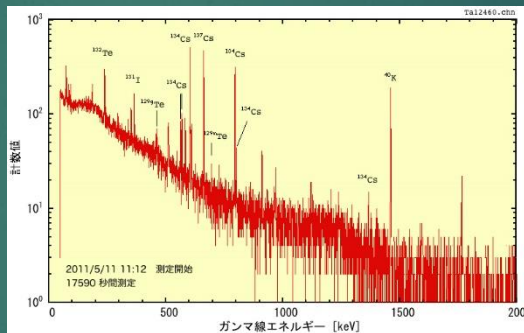
- ▶ 個人の被曝量を確定する必要
- ▶ 放射能：きわめて微弱
- ▶ バックグラウンドの低減

^{90}Sr 測定の難しさ・・・物理的

▶ 電子は測定器の壁を通らない



▶ γ 線を出さない



▶ 電子のエネルギー分布は連続
(エネルギーで判別できない)
ニュートリノが一部のエネルギー持去る

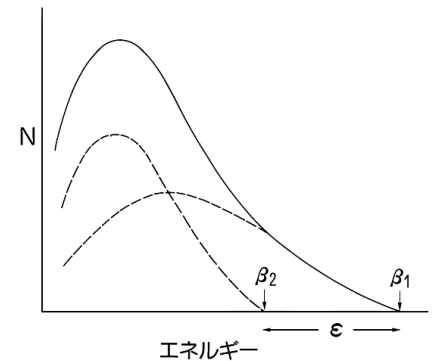


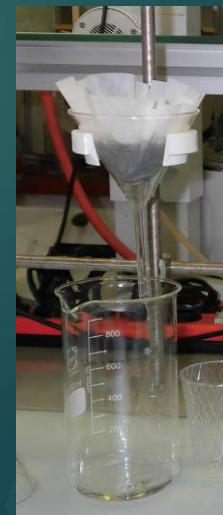
図3 図2に示す β 壊変の場合のエネルギー分布

^{90}Sr 測定の難しさ・・・化学的

- ▶ ^{90}Y だけを抽出 $\text{Y}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \downarrow$
- ▶ 分離抽出が煩雑（～3日）
- ▶ 沈殿収率が～60%

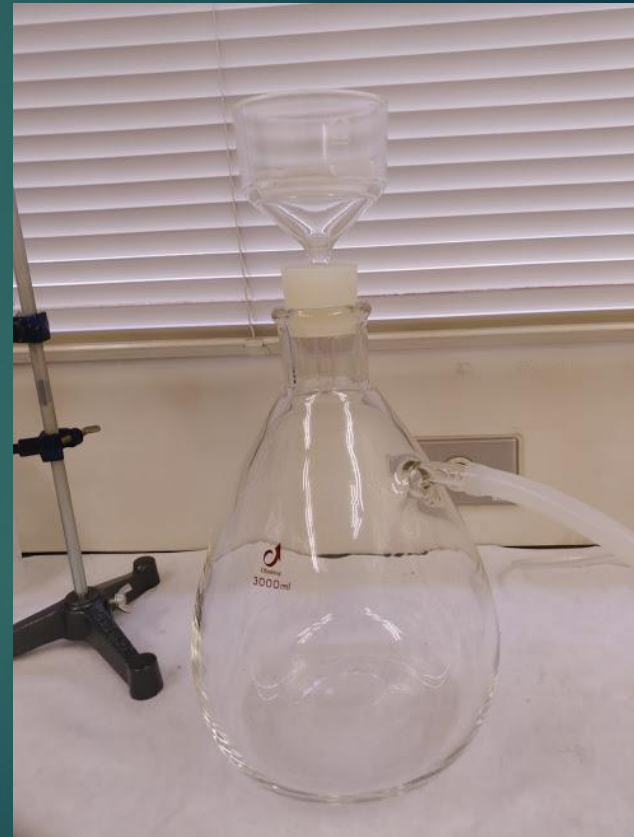
^{90}Y 抽出法 (1)

- ▶ 乳歯の収集 (前歯 4本~、臼歯 1-2本~)
- ▶ 歯を焼く (600 °C · 6 時間)
- ▶ 塩酸に溶かし、焼け残った有機物を濾過



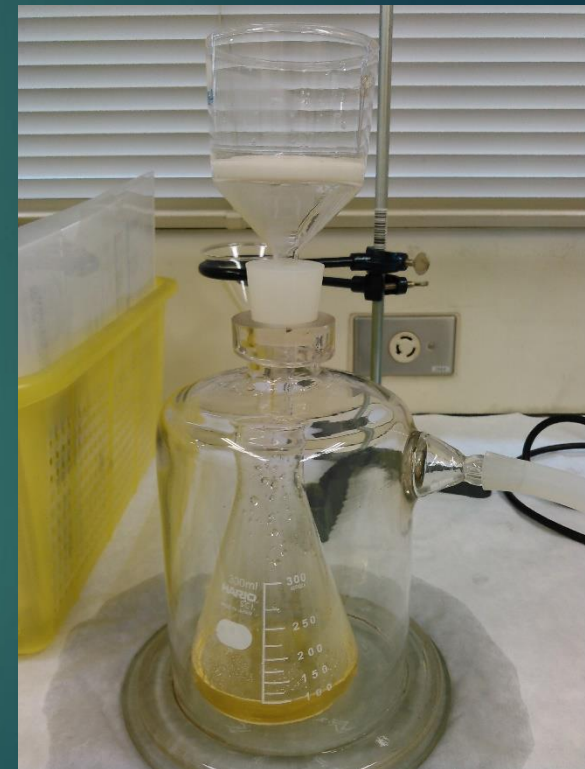
^{90}Y 抽出法 (2)

- ▶ 溶液にシュウ酸6gを加え、2, 3 価の Sr^{2+} 、 Y^{3+} を沈殿させる。
- ▶ 吸引濾過して沈殿をろ紙に吸着。濾液には K^{+} 、 Na^{+}
- ▶ ろ紙ごと焼き、灰を塩酸に溶解



^{90}Y 抽出法 (3)

- ▶ アンモニアを加え Y^{3+} を水酸化物として沈殿
- ▶ 吸引濾過してガラスフィルタに吸着。濾液には Sr^{2+}
- ▶ 沈殿を溶解し、シュウ酸を加え3価の Y^{3+} を沈殿させる



^{90}Y 抽出法 (4)

- ▶ 吸引濾過し、シュウ酸イットリウムをメンブレンフィルタに吸着
- ▶ メンブレンフィルタを測定用試料皿に移し、固定する



現在得られた沈殿収率

▶ 添加したY質量
45.1 mg

▶ 最終沈殿質量
95.3 mg

$Y_2OX_3 \cdot 9H_2O$ (分子量 : 604)

$95.3 \times 178 / 604 = 28.1$ (mg)

$28.1 / 45.1 = 62.3$ (%)

3. 測定器

- ▶ 低バックグラウンド α/β 測定器
ミリオンテクノロジーキャンベラ LB4200
BG ~ 0.3 cpm (20 mBq/g.Ca相当)
- ▶ 16ch 同時計測が可能
- ▶ 35週測定 560検体 年間500名分

LB4200 α/β 測定器



1.5tの内容



受け入れ試験結果

▶バックグラウンド

0.25 ~ 0.38 cpm

▶効率 (^{90}Sr に対して)

46 ~ 49 %

なぜ今私たちが

- ▶ ^{90}Sr の系統的調査なし
- ▶ 乳歯を測定する市民ラボはない
- ▶ 国に腰を上げさせる
- ▶ 未来世代への責務

乳歯の集め方

- ▶ 対象は**全国**
(高濃度汚染地域だけでなく)
- ▶ 「呼びかけ人」賛同者のネットワーク
- ▶ **福島へ重点的な訴え**
- ▶ 保育所・学童保育
- ▶ ミニコミ誌



全国のみなさん

乳歯の保存を呼びかけます



乳歯保存ネットワーク
連絡先: pdmn311@gmail.com



イラスト: 大志多麻衣

乳歯Sr-90測定 0.5gの乳歯: 前歯~4本 奥歯 1~2本

ご清聴
ありがとう
ございました

